

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of : **Kensaku FUJII et al.**

Filed : **Concurrently herewith**

For : **NOISE SUPPRESSION APPARATUS REALIZED
BY LINEAR PREDICTION ANALYZING
CIRCUIT**

Serial No. : **Concurrently herewith**

December 13, 2000

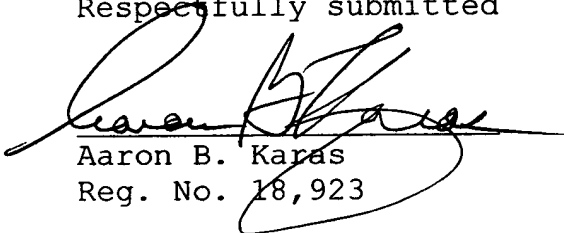
Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Attached herewith is Japanese patent application No.
11-353491 of December 13, 2000 whose priority has been claimed
in the present application.

Respectfully submitted


Aaron B. Karas
Reg. No. 18,923

HELFGOTT & KARAS, P.C.
60th FLOOR
EMPIRE STATE BUILDING
NEW YORK, NY 10118
DOCKET NO.: FUJR17.936
LHH:priority

Filed Via Express Mail
Rec. No.: EL522396511US
On: December 13, 2000
By: Lydia Gonzalez

Any fee due as a result of this paper,
not covered by an enclosed check may be
charged on Deposit Acct. No. 08-1634.

JC914 U.S. PTO
09/736667

12/13/00

#2

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC914 U.S. PTO
09/736667



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年12月13日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第353491号

願 人

Applicant(s):

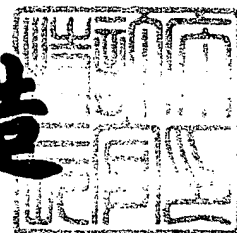
富士通株式会社

BEST AVAILABLE COPY

2000年10月13日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 9903114

【提出日】 平成11年12月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G10L 9/14

【発明の名称】 騒音抑圧装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 藤井 健作

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 大賀 寿郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 星野 勉

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 坂口 淳一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 ▲高▼良 俊夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092152

【弁理士】

【氏名又は名称】 服部 毅巖

【電話番号】 0426-45-6644

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009874

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705176

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 騒音抑圧装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 騒音が重畳された音声信号に対して騒音成分を抑えて音声信号の聴取を容易にする騒音抑圧装置において、

前記騒音が重畳された音声信号を入力して線形予測成分を出力する適応フィルタ手段と、

前記騒音が重畳された音声信号から前記線形予測成分を減算して予測残差を出力する減算手段と、

前記騒音が重畳された音声信号および前記予測残差を入力して前記予測残差が最小になるよう前記適応フィルタ手段の係数を更新する係数更新手段と、

を有する線形予測分析手段を備え、前記適応フィルタ手段から出力される前記線形予測成分を騒音が抑圧された音声信号として出力することを特徴とする騒音抑圧装置。

【請求項 2】 前記線形予測分析手段を複数段備え、前記騒音が重畳された音声信号に対して適応アルゴリズムによる線形予測分析を複数回繰り返し適応することを特徴とする請求項 1 記載の騒音抑圧装置。

【請求項 3】 前記線形予測分析手段は、前記減算手段から出力される予測残差に定数倍を乗じる第 1 の乗算手段と、前記第 1 の乗算手段の出力を前記適応フィルタ手段から出力される線形予測成分に加算して騒音が抑圧された音声信号として出力する第 1 の加算手段とをさらに備えていることを特徴とする請求項 2 記載の騒音抑圧装置。

【請求項 4】 前記線形予測分析手段は、前記騒音が重畳された音声信号に定数倍を乗じる第 2 の乗算手段と、前記第 2 の乗算手段の出力を前記適応フィルタ手段から出力される線形予測成分に加算して騒音が抑圧された音声信号として出力する第 2 の加算手段とをさらに備えていることを特徴とする請求項 2 記載の騒音抑圧装置。

【請求項 5】 騒音が重畳された音声信号に対して騒音成分を抑えて音声信号の聴取を容易にする騒音抑圧装置において、

前記騒音が重畳された音声信号を入力して線形予測分析を行うラティスフィルタ手段と、

前記騒音が重畳された音声信号から前記ラティスフィルタ手段より出力される線形予測成分を減算して減算結果を騒音が抑圧された音声信号として出力する減算手段と、

を備えていることを特徴とする騒音抑圧装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は騒音抑圧装置に関し、特に高騒音環境下でマイクロホンに入力した音声信号に含まれる騒音を抑圧し、信号対雑音比を向上させることによって聴取を容易とする騒音抑圧装置に関する。

【0002】

電話機は遠隔地に意思を伝える手段として便利な道具である。したがって、様々な環境下で使われる可能性がある。特殊環境下での使用例として、高速道路などのトンネル内に設置されている非常用電話システムがある。トンネルの中は、閉じられた空間の中を車両が走行するため、発生する騒音は、当然ながら非常に大きい。そのため、話者の音声に大きな騒音が入り込むため、遠端側ではその話者の音声聞き取りが難しく、通話時の疲労も大きくなる。また、その騒音は、送話器から防側音回路を経て受話器に回り込むため、遠端側の話者の音声も非常に聞き取り難くなる。

【0003】

このような周囲の騒音が大きいような環境で電話を使用する場合、そのような騒音が混じる音声から騒音を抑圧し、聞き取りやすくして通話を快適に行いたいという要望がある。

【0004】

【従来の技術】

従来より、騒音抑圧を実現する方法として、スペクトルサブトラクション法 [S. Boll, "Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtrac

tion, "IEEE Trans. ASSP-27, no.2, pp.113-120 April 1979] が最もよく知られ、その検討も進んでいる。ここで、このスペクトルサブトラクション法による騒音抑圧の原理について説明する。

【0005】

図 1 1 はスペクトルサブトラクション法の計算構造の例を示す図である。この図 1 1 において、騒音の混じる音声信号から騒音が抑圧された音声信号を求める計算部分は、フーリエ変換部 1 0 1、パワースペクトル計算部 1 0 2、位相情報抽出部 1 0 3、騒音パワースペクトル格納部 1 0 4、加算器 1 0 5、乗算器 1 0 6 および逆フーリエ変換部 1 0 7 から構成される。

【0006】

まず、フーリエ変換部 1 0 1 に騒音の混じる音声信号が入力されると、その音声信号に対してフーリエ変換が施され、時間領域の音声信号が周波数領域信号に変換される。次に、その周波数領域信号から、パワースペクトル計算部 1 0 2 および位相情報抽出部 1 0 3 を使って、パワースペクトルおよび位相情報が抽出される。次に、パワースペクトル計算部 1 0 2 により得られたパワースペクトルは、加算器 1 0 5 にて、騒音パワースペクトル格納部 1 0 4 にあらかじめ求められて格納されていた騒音のパワースペクトルが差し引かれ、その差分は、乗算器 1 0 6 により、位相情報抽出部 1 0 3 にて抽出された位相情報が乗ぜられる。その乗算器 1 0 6 の出力は、逆フーリエ変換部 1 0 7 に入力され、逆フーリエ変換される。この逆フーリエ変換により、時間領域の信号に変換され、逆フーリエ変換部 1 0 7 からは、騒音が抑圧された音声信号が得られる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このスペクトルサブトラクション法においては、その原理から明らかなように、騒音のパワースペクトルはあらかじめ知られている必要があるため、騒音のパワースペクトルが測定されるまでは騒音は抑圧されず、しかも、パワースペクトルが変化する騒音に対しては効果が得難いという問題がある。

【0008】

さらに、騒音抑圧処理が周波数領域で行われるために、その変換に要する時間

分だけの遅延が生じてしまう。たとえば、周波数 8 k H z で標本化された騒音の混じる音声のスペクトルをフーリエ変換で求めることとし、その変換を最も一般的な 2 5 6 サンプルを用いて行う場合でも、 $256 \div 8 = 32$ ミリ秒の遅延が生じるのである。

【0 0 0 9】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、計算処理に要する時間が短くて騒音の混じる音声から騒音が抑圧された音声を得ることができる騒音抑圧装置を提供することを目的とする。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

図 1 は上記目的を達成する本発明の原理図である。この原理図によれば、本発明の騒音抑圧装置は、騒音が混じる音声から線形予測成分を出力する適応フィルタ手段 1 と、騒音が混じる音声と線形予測成分との予測誤差を出力する減算手段 2 と、その予測誤差を最小にするように適応フィルタ手段 1 の係数を更新する係数更新手段 3 とを備え、適応アルゴリズムを利用する線形予測分析回路を構成している。

【0 0 1 1】

ここで、騒音信号 N_j の混じった音声信号 X_j が入力されると、係数更新手段 3 は減算手段 2 の出力信号 E_j が最小になるように適応フィルタ手段 1 の係数 H_j を更新をする。一方、その適応フィルタ手段 1 の出力信号 X'_j は、過去に入力して記憶されている音声信号 X_{j-1} , X_{j-2} , ... と騒音信号 N_{j-1} , N_{j-2} , ... とによって合成されることから、減算手段 2 の出力信号 E_j が最小となる係数 H_j が得られた時点で、その最小化は過去に入力した音声信号 X_{j-1} , X_{j-2} , ... と騒音信号 N_{j-1} , N_{j-2} , ... とから現時刻 j における音声信号 X_j と騒音信号 N_j とが残差信号 E_j 分を残して予測できたことを意味する。このとき、入力した音声信号 X_j と騒音信号 N_j のうちで予測可能となる信号成分が適応フィルタ手段 1 の出力信号 X'_j として得られることになる。ここで、騒音信号 N_j は予測不可能な成分であることから、結果として、予測可能な成分の音声信号 X_j だけが適応フィルタ手段 1 の出力に信号 X'_j として現れる。この信号 X'_j は、騒音信号

N_j が抑圧された音声として騒音抑圧装置より出力される。

【0 0 1 2】

【発明の実施の形態】

まず、本発明の概略について図面を参照して説明する。

図 1 は本発明による騒音抑圧装置の原理図である。本発明による騒音抑圧装置は、騒音が重畳された音声を入力して線形予測成分を出力する適応フィルタ手段 1 と、騒音が重畳された音声と適応フィルタ手段 1 による線形予測成分との予測誤差を出力する減算手段 2 と、その予測誤差を最小にするように適応フィルタ手段 1 の係数を更新する係数更新手段 3 とを備え、適応フィルタ手段 1 の出力をこの騒音抑圧装置の出力とし、ここから騒音が抑圧された音声が出力される。この騒音抑圧装置は、全体として、適応アルゴリズムを利用した線形予測分析回路を構成している。

【0 0 1 3】

次に、このような構成の騒音抑圧装置の作用について説明する。騒音抑圧装置の入力信号 y_j (j は時刻, sample time index) は、音声信号 X_j に騒音信号 N_j が重畳した信号であり、

【0 0 1 4】

【数 1】

$$y_j = X_j + N_j \quad \cdots (1)$$

で表される。

【0 0 1 5】

この入力信号 y_j が入力されると、係数更新手段 3 は、減算手段 2 の出力信号 E_j が最小になるように適応フィルタ手段 1 の係数 H_j

【0 0 1 6】

【数 2】

$$H_j = [H_j(1) \ H_j(2) \ \cdots \ H_j(I)]^T \quad \cdots (2)$$

【0 0 1 7】

を更新する。但し、 I は適応フィルタ手段 1 のタップ数である。

一方、その適応フィルタ手段 1 の出力信号 X'_j は、過去に入力してシフトレジスタに記憶されている入力信号 y_j 、すなわち音声信号 X_{j-1} 、 X_{j-2} 、 \dots と騒音信号 N_{j-1} 、 N_{j-2} 、 \dots によって合成されることから、減算手段 2 の出力信号 E_j が最小となる係数 H_j が得られた時点で、その最小化は過去に入力した音声信号 X_{j-1} 、 X_{j-2} 、 \dots と騒音信号 N_{j-1} 、 N_{j-2} 、 \dots とから現時刻 j における音声信号 X_j および騒音信号 N_j が残差信号 E_j 分を残して予測できたことを意味する。たとえば、その減算手段 2 の出力が $E_j = 0$ となったときは、その予測が適応フィルタ手段 1 によって完全に行われたことになる。

【0018】

このことは、入力した音声信号 X_j および騒音信号 N_j のうちで予測可能となる成分が適応フィルタ手段 1 の出力信号 X'_j として得られていることを意味する。したがって、ここで、騒音信号 N_j を白色雑音と仮定すれば、そのような騒音信号 N_j に対しては予測が不可能であるので、入力した音声信号 X_j および騒音信号 N_j のうちの予測可能な成分、すなわち音声信号 X_j だけが適応フィルタ手段 1 の出力に出力信号 X'_j として現れることになる。したがって、適応フィルタ手段 1 の出力信号 X'_j をもって騒音抑圧装置の出力とすれば、騒音信号 N_j の抑圧された音声を得られることになる。

【0019】

ここで、適応アルゴリズムとして *sub-RLS* 法 [K. Fujii and J. Ohga, "A new recursive type of least square algorithm," Technical Report of IEICE, EA96-71, Nov. 1996] を用いて音声対騒音のパワー比が 0 dB となる高騒音下で線形予測分析を行ったときの分析結果を図 2 に示す。

【0020】

図 2 は *sub-RLS* 法による線形予測分析結果を示す図である。図 2 において、(A) は原音声の音声信号 X_j の波形を示し、(B) は騒音信号 N_j が重畳された音声信号 $y_j (= X_j + N_j)$ の波形を示し、(C) は減算手段の出力である予測残差信号 E_j を示し、(D) は適応フィルタ手段の出力信号 X'_j を示している。但し、この *sub-RLS* 法において係数 H_j は以下の式を用いて更新される。

【0 0 2 1】

【数 3】

$$H_{j+1} = S_j (Y_j - A_j H_j) \quad \dots (3)$$

但し、

【0 0 2 2】

【数 4】

$$S_j = \begin{bmatrix} 1/R_{j(1,1)} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1/R_{j(2,2)} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1/R_{j(I,I)} \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

【0 0 2 3】

【数 5】

$$A_j = \begin{bmatrix} 0 & R_{j(1,2)} & \dots & R_{j(1,I)} \\ R_{j(2,1)} & 0 & \dots & R_{j(2,I)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{j(I,1)} & R_{j(I,2)} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

【0 0 2 4】

【数 6】

$$Y_j = [Y_{j(1)} \ Y_{j(2)} \ \dots \ Y_{j(I)}]^T \quad \dots (6)$$

【0 0 2 5】

である。そして、その各要素は、

【0 0 2 6】

【数 7】

$$R_j(i, m) = y_j(i) y_j(m) (1 - \rho) + R_{j-1}(i, m) \rho \quad \dots (7)$$

【0 0 2 7】

【数 8】

$$Y_j(i) = (X_j + N_j) y_j(i) (1 - \rho) + Y_{j-1}(i) \rho$$

. . . (8)

と計算される。その ρ は、

【0 0 2 8】

【数 9】

$$0 < \mu \leq 1 \quad . . . (9)$$

なる定数 μ を用いて、

【0 0 2 9】

【数 1 0】

$$\rho = 1 - \mu / 1 \quad . . . (10)$$

と与えられる忘却係数である。 $y_j(i)$ は適応フィルタの第 i 番目のタップ出力で、入力信号 y_j の i 標本化周期分遅延した信号を表す。また、この図 2 では $\mu = 0.1$ 、 $I = 64$ とおいている。明らかに、本発明によって騒音が抑えられ、音声が強調されていることが分かる。

【0 0 3 0】

次に、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

図 3 は騒音抑制装置の第 1 の実施の形態を示す構成図である。図 3 において、騒音抑制装置は、複数の、ここでは三つの線形予測分析回路 1 0、2 0、3 0 を従属接続して構成されている。各線形予測分析回路 1 0、2 0、3 0 は、それぞれ同じ内部構成を有するので、ここでは、内部構成を線形予測分析回路 1 0 だけ示している。線形予測分析回路 1 0 は、図 1 に示した原理的な構成と同じ構成を有し、適応フィルタ 1 1 と、減算器 1 2 と、係数更新回路 1 3 とから構成されている。また、各線形予測分析回路 1 0、2 0、3 0 の作用についても、図 1 の作用に関して説明した内容と同じである。

【0 0 3 1】

次に、このように複数の線形予測分析回路 1 0、2 0、3 0 を従属接続することによって騒音抑制装置を構成した理由を説明する。

まず、一つの線形予測分析回路を使って騒音抑圧装置を構成する場合、その抑圧性能は当然ながら適応アルゴリズムによる係数 H_j の推定性能に対応する。そ

して、その推定性能は、上記文献によれば、定数 μ を小さくするほど向上する。反面、定数 μ を小さく選べば、変化（この場合は音韻変化）への追従が遅れ、それはまた、騒音の抑圧性能を低下させることになる。すなわち、 μ を小さくすることによる追従の遅れは音声品質を劣化させるので、定数 μ はむやみに小さくすることはできない。したがって、図 1 の原理構成による騒音抑圧性能には限界があるということである。

【0032】

このため、その抑圧性能を向上させる方法として、定数 μ を大きく与えて追従を早くし、それによって起こる抑圧性能の低下を、この第 1 の実施の形態では、線形予測分析回路を複数段、縦続接続して、少しずつ騒音を抑圧することで補うことにしている。この場合、各段ごとに騒音は徐々に小さくなり、したがって、予測性能が向上して騒音が抑えられることになる。

【0033】

図 4 は s u b - R L S 法による線形予測分析を 3 回繰り返した結果を示す図である。図 4 において、(A) は原音声の音声信号 X_j の波形を示し、(B) は騒音信号 N_j が重畳された音声信号 $y_j (= X_j + N_j)$ の波形を示し、(C) は 1 段目の適応フィルタの出力信号 $X'_j(1)$ を示し、(D) は 2 段目の適応フィルタの出力信号 $X'_j(2)$ を示し、(E) は 3 段目の適応フィルタの出力信号 $X'_j(3)$ を示している。ここで、定数 μ を $\mu = 0.25$ 、タップ数 I を $I = 16$ としている。この結果によれば、明らかに騒音抑圧性能は徐々に向上していることが分かる。

【0034】

この繰り返し法による騒音抑制では、前段の線形予測分析によって音声に付いた傷は、後段において修復されないため、各段の騒音抑圧性能を大きくとることは難しい。このため、各段の騒音抑圧性能を小さくして、段数を多くすることが必要である。

【0035】

次に、予測残差による音声修復機能を付加して騒音抑圧性能を改善した騒音抑制装置について説明する。

図 5 は騒音抑制装置の第 2 の実施の形態を示す構成図である。この図 5 によれば、騒音抑制装置を構成する各線形予測分析回路 1 0, 2 0, 3 0 において、残差信号 E_j に定数 k を掛ける乗算器 1 4 と、適応フィルタ 1 1 の出力信号 X'_j に乗算結果を加える加算器 1 5 とが追加されている。

【0 0 3 6】

ここで、減算器 1 2 より出力される予測残差に着目すると、当然ながら、その予測残差には適応フィルタ 1 1 の出力で失われた音声成分が残されている。この第 2 の実施の形態では、その予測残差に残されている音声成分を利用して、音声信号を修復するようにしている。すなわち、まず、残差信号 E_j を乗算器 1 4 により定数 k 倍する。ここでは、一例として、 $k = 0.25$ としている。その定数 k 倍された予測残差は、次に、加算器 1 5 にて適応フィルタ 1 1 の出力信号 X'_j に加えられ、

【0 0 3 7】

【数 1 1】

$$y'_j = X'_j + k E_j \quad \cdots (11)$$

なる出力信号を得る。この出力信号 y'_j を新しい騒音抑圧音声として取り出すことにより、その失われた音声成分の定数倍だけが修復されることになる。このように、線形予測分析を繰り返すたびに音声成分を含む予測残差の $1/4$ を適応フィルタ 1 1 の出力信号に加えるようにしたので、音声品質の高い騒音抑圧装置が得られるようになる。

【0 0 3 8】

図 6 は s u b - R L S 法による音声修復機能付き線形予測分析を 3 回繰り返した結果を示す図である。図 6 において、(A) は原音声の音声信号 X_j の波形を示し、(B) は騒音信号 N_j が重畳された音声信号 $y_j (= X_j + N_j)$ の波形を示し、(C) は 1 段目の適応フィルタの出力信号 X'_j に定数 k 倍した残差を加えた出力信号 $y'_j(1)$ を示し、(D) は 2 段目の適応フィルタの出力信号 X'_j に定数 k 倍した残差を加えた出力信号 $y'_j(2)$ を示し、(E) は 3 段目の適応フィルタの出力信号 X'_j に定数 k 倍した残差を加えた出力信号 $y'_j(3)$ を示している。ここで、定数 μ を $\mu = 0.25$ 、タップ数 I を $I = 16$ としている。

【0039】

図7は騒音抑制装置の第3の実施の形態を示す構成図である。この図7によれば、騒音抑制装置を構成する各線形予測分析回路10、20、30は、適応フィルタ11と、減算器12と、係数更新回路13と、入力信号 y_j に定数 m を掛ける乗算器16と、適応フィルタ11の出力信号 X'_j に乗算結果を加える加算器17とを備えている。

【0040】

ここで、第2の実施の形態における出力信号の式(11)は、

【0041】

【数12】

$$y'_j = (1 - k) X'_j + k y_j \cdots (12)$$

と変形することができる。この式から分かるように、元の入力信号 y_j を m 倍した

【0042】

【数13】

$$y'_j = X'_j + m y_j \cdots (13)$$

とする操作を行っても同様の音声修復効果を得ることができる。

【0043】

すなわち、入力信号 y_j を乗算器16により定数 m 倍し、これを加算器17によって適応フィルタ11の出力信号 X'_j に加算する。この出力信号 y'_j を新しい騒音抑圧音声として取り出すことにより、出力信号 y'_j は入力された音声成分の定数倍だけが修復されることになる。この音声成分を修復する線形予測分析を繰り返し実行することにより、音声品質の高い騒音抑圧装置が得られるようになる。

【0044】

また、上記の線形予測分析はラティス(Lattice)フィルタによっても構成することができる。次に、このラティスフィルタを使用した騒音抑圧装置について説明するが、先に、ラティスフィルタの構造から説明する。

【0045】

図 8 はラティスフィルタの構造を示す図である。図 8 において、構成単位回路 4 0、5 0 は、ラティスフィルタを構成する単位で、その単位を必要な数だけ縦続接続して全体が構成される。ここで、構成単位回路 4 0 は、乗算器 4 1、4 2 と、シフトレジスタ 4 3 と、加算器 4 4、4 5 とから構成される。

【0 0 4 6】

入力信号 $f_j(i-1)$ は加算器 4 4 および乗算器 4 1 に与えられる。入力信号 $b_j(i-1)$ はシフトレジスタ 4 3 に与えられ、ここで 1 標本化周期の遅延が与えられた信号 $b_{j-1}(i-1)$ は加算器 4 5 および乗算器 4 2 に与えられる。加算器 4 4 は信号 $f_j(i-1)$ と信号 $b_{j-1}(i-1)$ を係数 $\beta_j(i)$ で乗算した信号とを加算し、信号 $f_j(i)$ を出力する。加算器 4 5 は信号 $f_{j-1}(i-1)$ と信号 $b_j(i-1)$ を係数 $\alpha_j(i)$ で乗算した信号とを加算し、信号 $b_j(i)$ を出力する。

【0 0 4 7】

なお、乗算器 4 1、4 2 にて乗算する係数 $\alpha_j(i)$ および係数 $\beta_j(i)$ は、たとえば、

【0 0 4 8】

【数 1 4】

$$\alpha_j(i) = C_j(i) / P_j(i) \quad \cdots (14)$$

【0 0 4 9】

【数 1 5】

$$\beta_j(i) = C_j(i) / Q_j(i) \quad \cdots (15)$$

の関係を有する。但し、

【0 0 5 0】

【数 1 6】

$$C_j(i) = (1 - \rho) f_j(i-1) b_{j-1}(i-1) + \rho C_j(i) \quad \cdots (16)$$

【0 0 5 1】

【数 1 7】

$$P_j(i) = (1 - \rho) f_j^2(i-1) + \rho P_j(i) \quad \cdots (17)$$

【0052】

【数18】

$$Q_j(i) = (1 - \rho) f_{j-1}^2(i-1) + \rho Q_j(i) \quad \dots (18)$$

と計算される。但し、この係数の計算法は各種与えられており、上記以外の計算法を用いても本発明の原理は変更されないことに注意が必要である。

【0053】

以上のように構成されるラティスフィルタを用いて騒音抑圧装置を構成するが、次に、その構成例を示す。

図9は騒音抑制装置の第4の実施の形態を示す構成図である。図9において、騒音抑制装置は、ラティスフィルタ61と減算器62とによって構成される。入力信号 y_j は、ラティスフィルタ61と減算器62とに入力され、減算器62では、入力信号 y_j からラティスフィルタ61の最終段の出力信号 $f_j(I)$ を差し引いた値を出力信号 X'_j として出力するようにしている。

【0054】

ここで、ラティスフィルタ61の最終段の出力信号 $f_j(I)$ は、予測残差となることから、それは図1に示した原理図における残差信号 E_j に対応する。したがって、騒音抑制装置の出力信号は、

【0055】

【数19】

$$X'_j = y_j - E_j = y_j - f_j(I) \quad \dots (19)$$

で表される。

【0056】

図10はラティス法による線形予測分析結果を示す図である。図10において、(A)は原音声の音声信号 X_j の波形を示し、(B)は騒音信号 N_j が重畳された音声信号 $y_j (= X_j + N_j)$ の波形を示し、(C)は予測残差信号 $f_j(I)$ の波形を示し、(D)は騒音抑制装置の出力信号 X'_j を示している。この線形予測分析結果から、本発明はラティスフィルタによっても構成されることが確認される。

【0057】

【発明の効果】

以上説明したように本発明では、騒音が重畳した音声信号に対して適応アルゴリズムによる線形予測分析を適用し、その分析に際して得られる音声信号における線形予測成分を騒音が抑圧された音声信号として取り出すように構成した。このため、騒音のパワースペクトルをあらかじめ知っている必要がなく、ほぼリアルタイムに騒音成分を抑えることができるようになる。したがって、大きな騒音下で使用されることを前提としたトンネル内の非常用電話システムに適用した場合に、通話内容が明瞭になり、聴取が楽になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による騒音抑圧装置の原理図である。

【図 2】

s u b - R L S 法による線形予測分析結果を示す図である。

【図 3】

騒音抑制装置の第 1 の実施の形態を示す構成図である。

【図 4】

s u b - R L S 法による線形予測分析を 3 回繰り返した結果を示す図である。

【図 5】

騒音抑制装置の第 2 の実施の形態を示す構成図である。

【図 6】

s u b - R L S 法による音声修復機能付き線形予測分析を 3 回繰り返した結果を示す図である。

【図 7】

騒音抑制装置の第 3 の実施の形態を示す構成図である。

【図 8】

ラティスフィルタの構造を示す図である。

【図 9】

騒音抑制装置の第 4 の実施の形態を示す構成図である。

【図 1 0】

ラティス法による線形予測分析結果を示す図である。

【図 1 1】

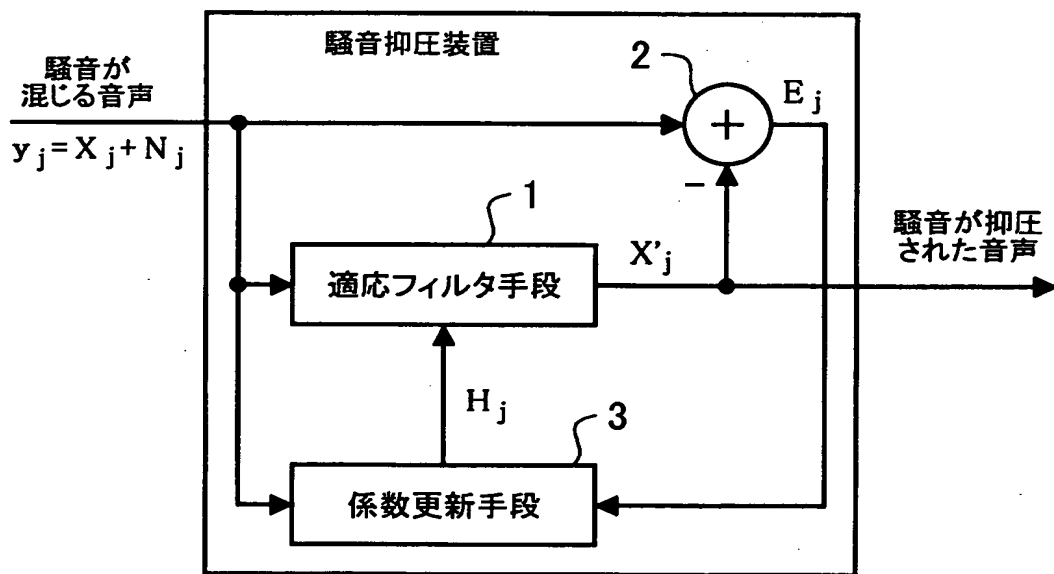
スペクトルサブトラクション法の計算構造の例を示す図である。

【符号の説明】

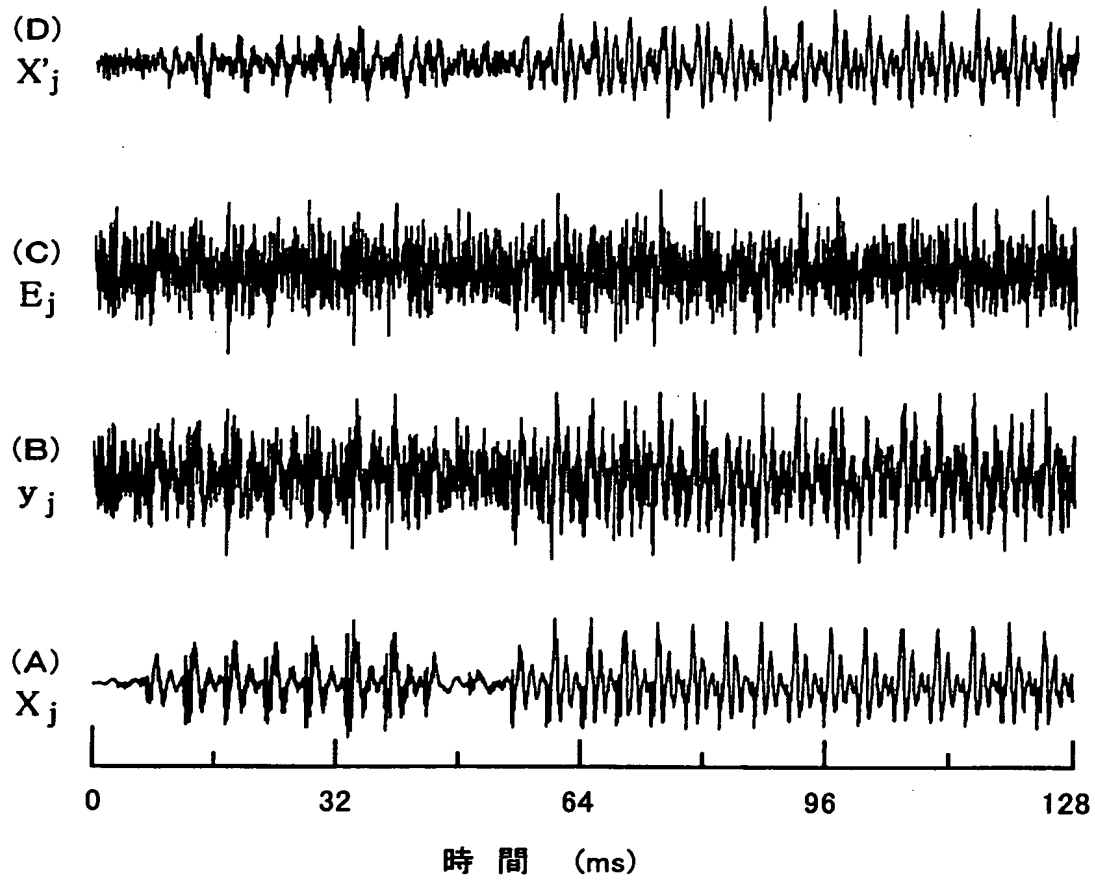
- 1 適応フィルタ手段
- 2 減算手段
- 3 係数更新手段
- 1 0, 2 0, 3 0 線形予測分析回路
- 1 1 適応フィルタ
- 1 2 減算器
- 1 3 係数更新回路
- 1 4 乗算器
- 1 5 加算器
- 1 6 乗算器
- 1 7 加算器
- 4 0, 5 0 構成単位回路
- 4 1, 4 2 乗算器
- 4 3 シフトレジスタ
- 4 4, 4 5 加算器
- 6 1 ラティスフィルタ
- 6 2 減算器

【書類名】 図面

【図 1】

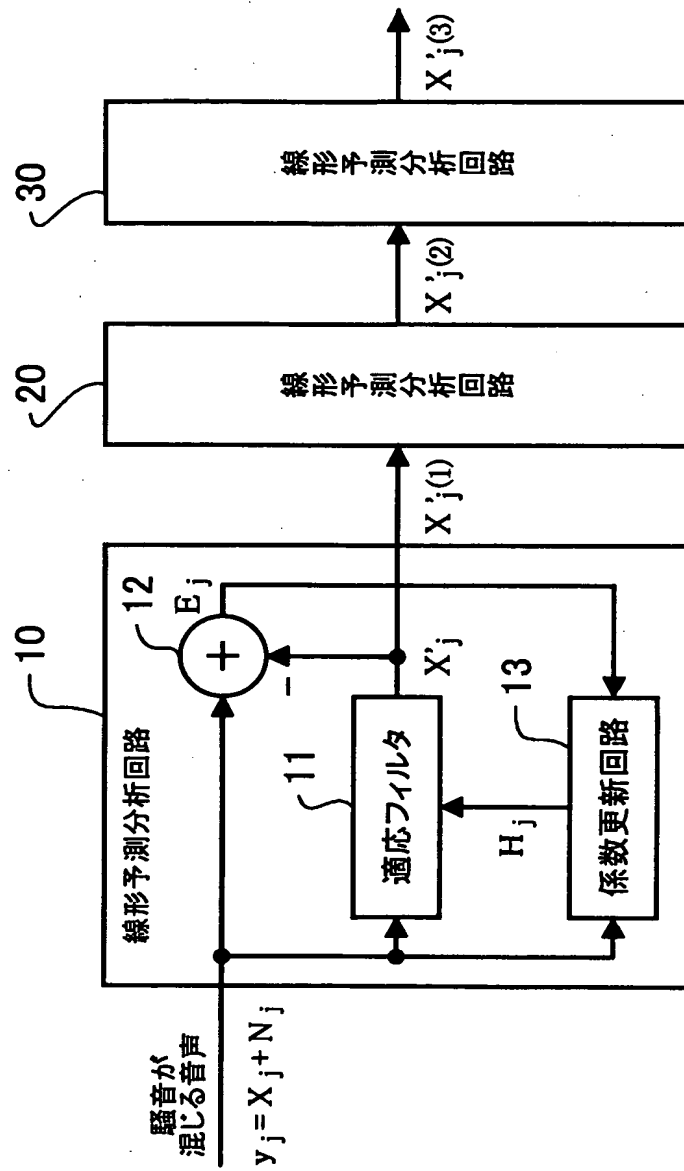


【図 2】

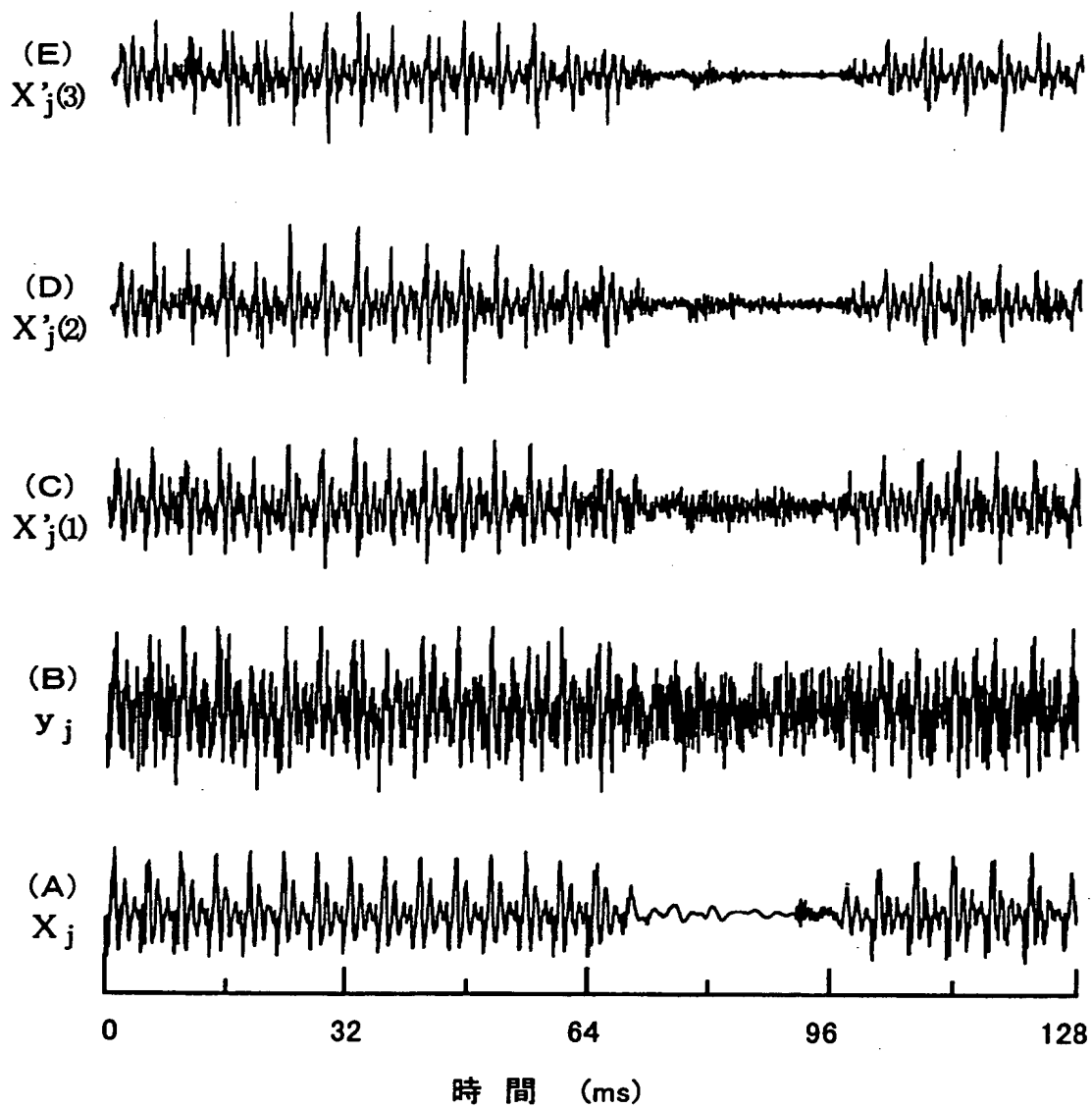


(信号対雑音比 0dB、区間 11-12、 $\mu = 0.1$ 、 $I = 64$)

【図 3】

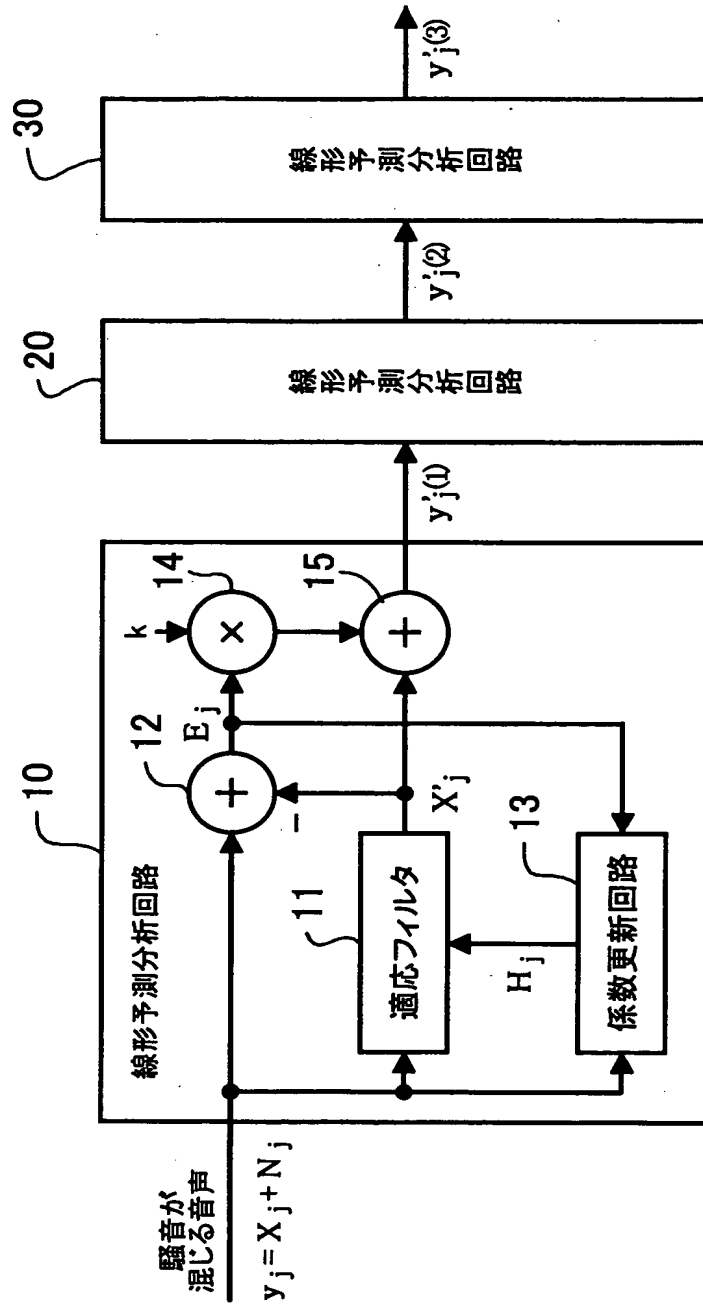


【図 4】

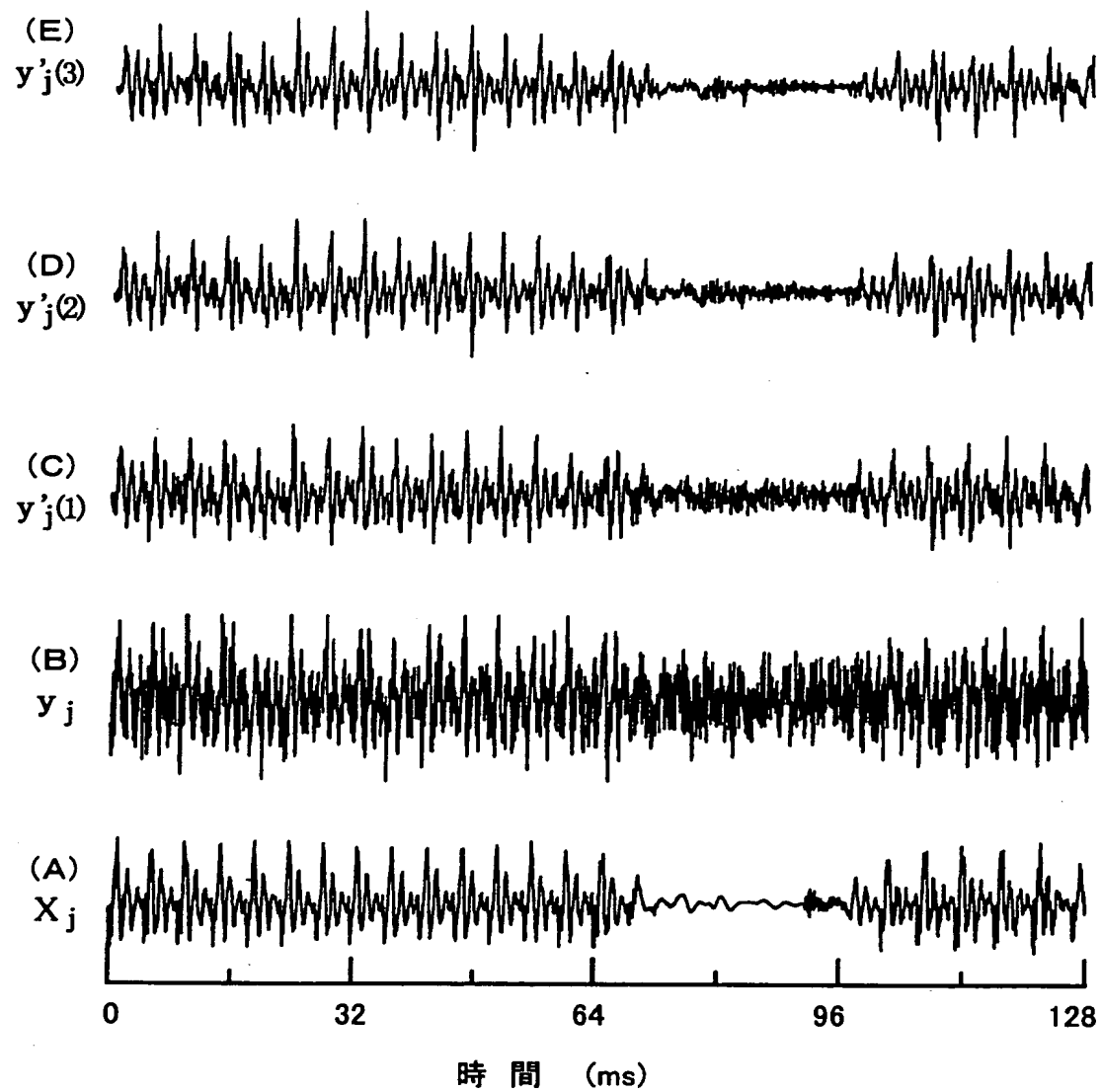


(信号対雑音比 0dB、区間 17-18、 $\mu = 0.25$ 、 $I = 16$)

【図 5】

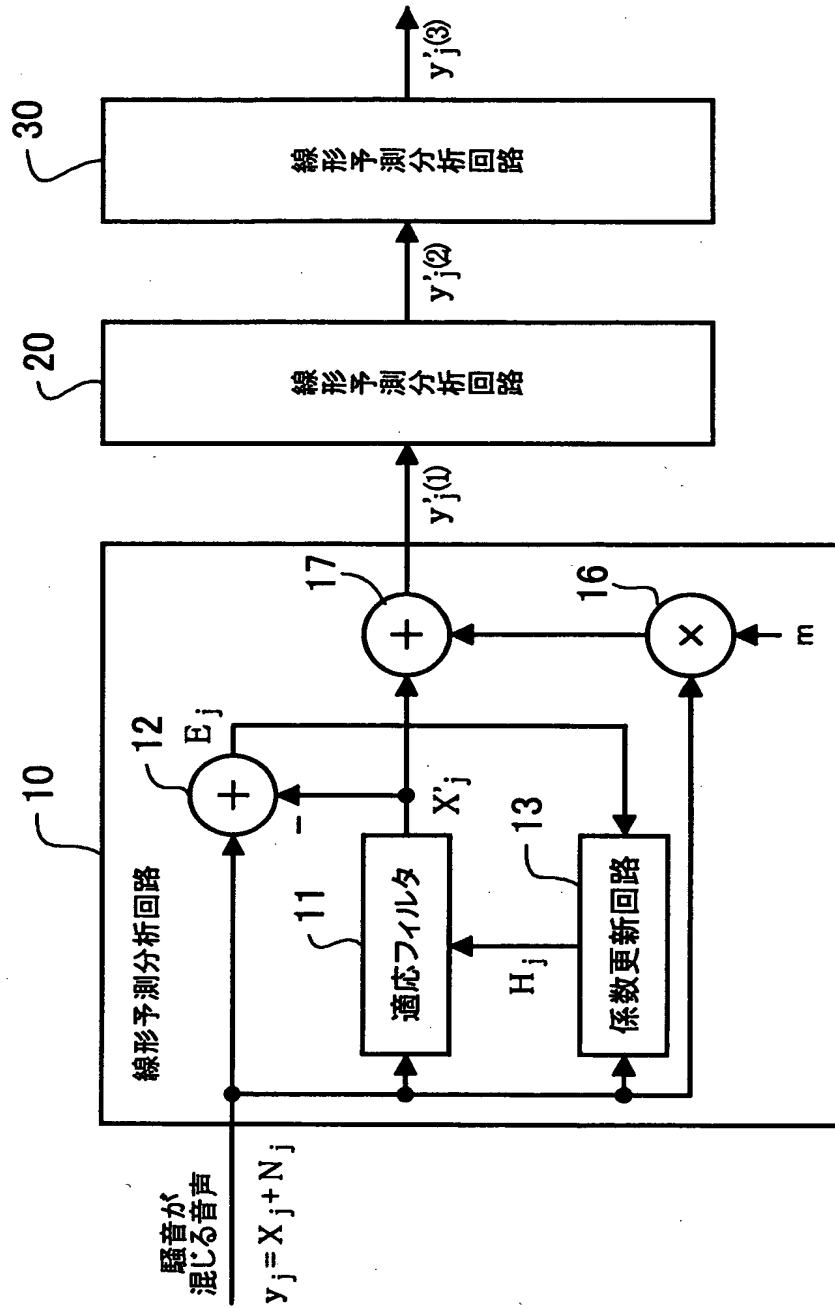


【図 6】

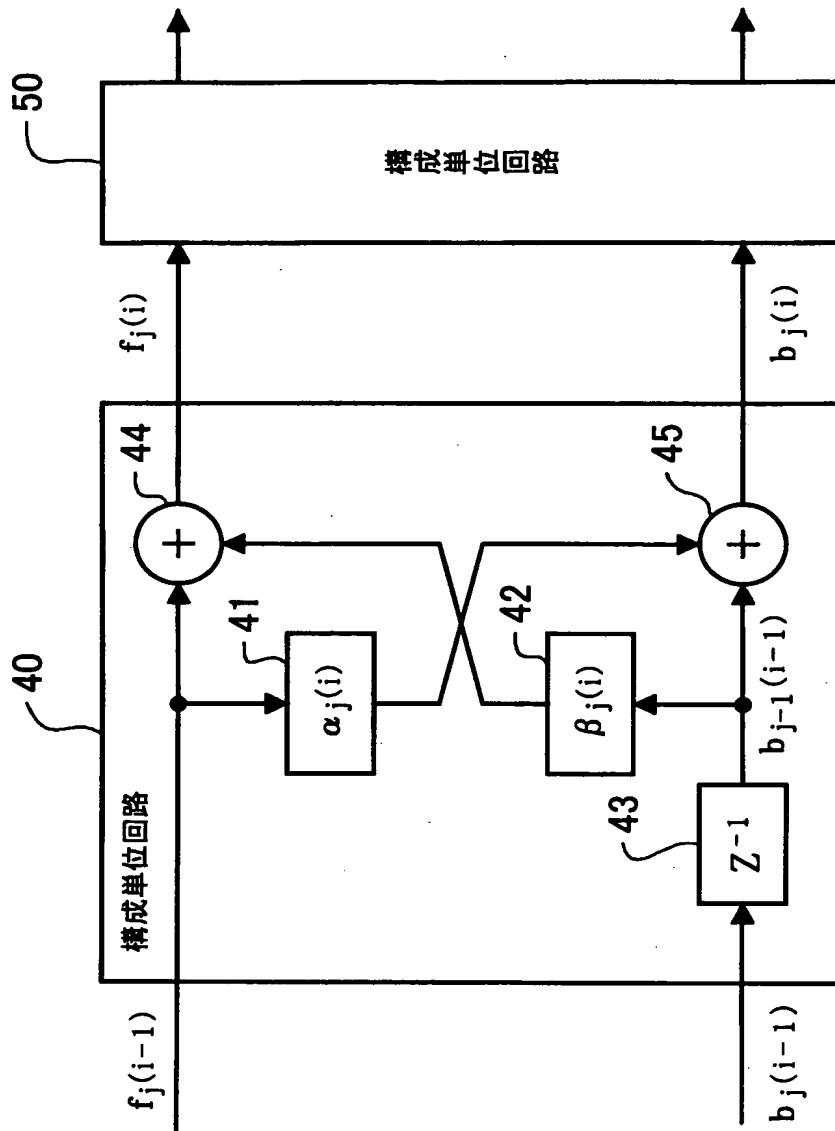


(信号対雑音比 0dB、区間 12-13、 $\mu = 0.25$ 、 $I = 16$)

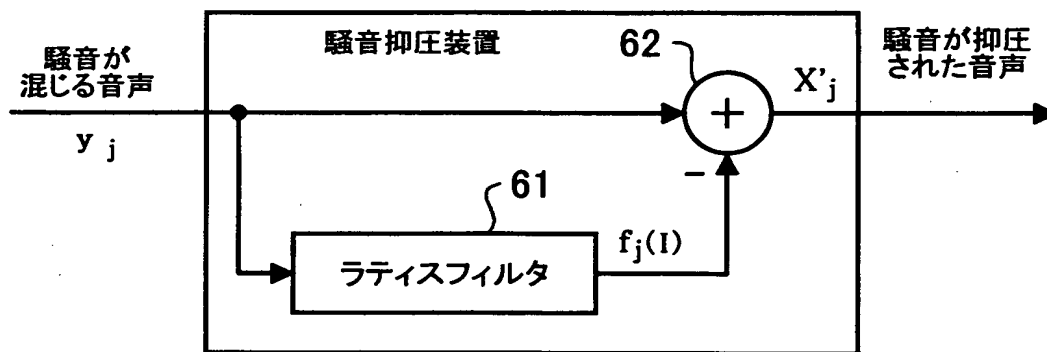
【図 7】



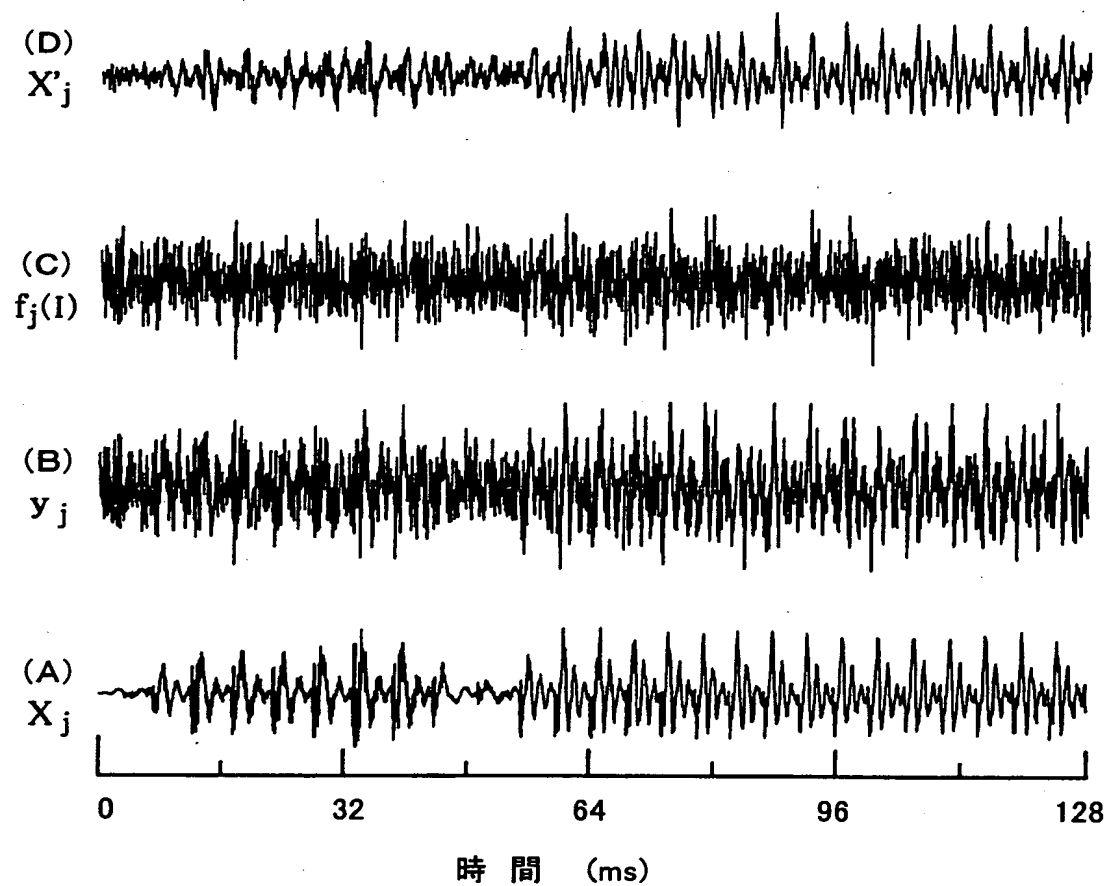
【図 8】



【図 9】

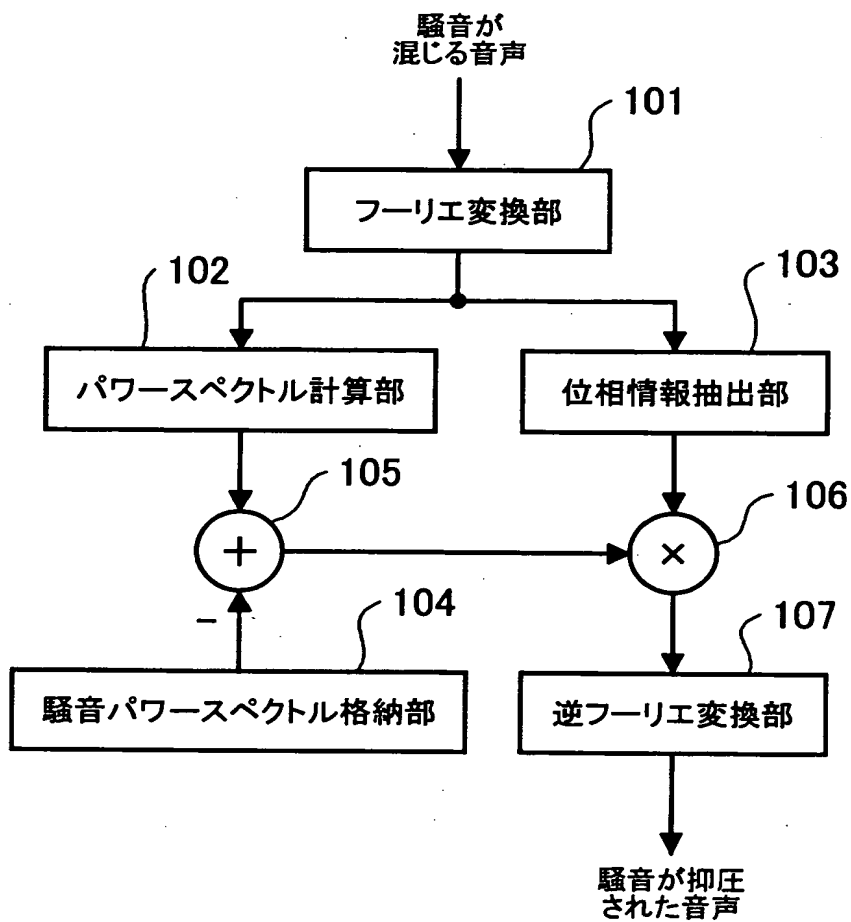


【図 1 0】



(信号対雑音比 0dB、区間 11-12、 $\mu = 0.1$ 、 $I = 64$)

【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 騒音抑圧装置に関し、騒音の混じる音声から騒音が抑圧された音声を短い処理時間で得ることができるようにすることを目的とする。

【解決手段】 前記騒音が重畳された音声信号に対して線形予測分析を行う適応フィルタ手段 1 と、騒音が重畳された音声信号から適応フィルタ手段 1 で得られた線形予測成分を減算して予測残差を出力する減算手段 2 と、この減算手段 2 から出力される予測残差が最小になるよう適応フィルタ手段 1 の係数を更新する係数更新手段 3 とで構成し、適応フィルタ手段 1 の出力を、この騒音抑圧装置の出力とする。適応フィルタ手段 1 からは、入力した音声および騒音のうち、予測不可能な騒音については出力されないので、出力には、騒音が抑圧された音声がほぼリアルタイムで得られることになる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社